

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

EP 00/02016

PRIORITY DOCUMENT
 SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
 COMPLIANCE WITH
 RULE 17.1(a) OR (b)



REC'D 16 JUN 2000	
WIPO	PCT

Best Available Copy**Bescheinigung**

4

Die Herren Marlo Wandel und Thomas Köhler, beide in Bremen/Deutschland, haben eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Die Analyse der Bewegungsmuster des thorakolumbalen
 Abschnitts der Wirbelsäule beim Golfschwung"

am 11. März 1999 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Das angeheftete Stück ist eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlage dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig das Symbol A 61 B 5/11 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 25. April 2000

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Dzierzon

Aktenzeichen: 199 10 739.4

Titel

Die Analyse der Bewegungsmuster des thorakolumbalen Abschnitts der Wirbelsäule beim Golfschwung

Textteil

Durch eine Analyse der spezifischen Bewegungsmuster beim Golfschwung soll der Versuch unternommen werden, folgende Fragen zu beantworten.

1. Gibt es einen Zusammenhang zwischen bestimmten Eigenschaften der Schwungskurven und Rückenbeschwerden von Golfspielern?
2. Läßt sich durch ein Analyseverfahren der Bewegungsmuster im thorakolumbalen Abschnitt der Wirbelsäule beim Golfschwung das optimale Schwungsverhalten definieren?

Dazu wurden insgesamt 88 männliche Probanden jeder Spielklasse mittels eines ultraschallgestützten Testverfahrens dreidimensional zu bestimmten Zeitpunkten der Anspreckposition, des Aufschwungs, des Durchschwungs und der Endposition untersucht. Durch Interpretation der Messwertkurven der einzelnen Probanden konnten charakteristische Merkmale eines optimalen Golfschwungs eruiert werden. Insgesamt ließen sich 124 Kriterien definieren, die eine Abgrenzung von Profis, Handicapspielern und Anfängern kennzeichnen.

Durch Illustration und Definition dieser Merkmale läßt sich ein optimales Bewegungsmuster der thorakolumbalen Abschnitte des Achsenskeletts wiedererkennen. Mithin kann dieses Analyseverfahren als geeignet angesehen werden, ein optimales Schwungsverhalten zu illustrieren und zu analysieren. Im gleichen Maße kann diese Methode hilfreich sein, golfspezifische Verletzungsmuster zu vermeiden und gezielte therapeutische Bewegungsprogramme vorzuschlagen.

100 - 0394100011

-A-

Vorläufige Analyseergebnisse zum Golfschwung (2)

1. Datenmaterial

An der Untersuchung haben 88 männliche Probanden jeder Spielklasse im Alter zwischen 18 und 45 Jahren teilgenommen. 85 Probanden wurden in der Analyse berücksichtigt.

Bei jedem Probanden wurden jeweils 3 Schläge mit 4 unterschiedlichen Schlägern (Holz 5, Eisen 6, Wedge, Putter) gemessen. Für die Auswertung erwies es sich am günstigsten, von jedem Probanden nur einen Schlag, und zwar den 5. Schlag (2. Schlag mit Eisen 6), zu analysieren, da die Bewegung der Wirbelsäule bei allen Schlägen, ausgenommen dem Putter, beinahe identisch ist.

Da die Bewegung der Wirbelsäule beim Putten äußerst gering ist, werden wir nur die Ausgangsstellung beim Putten noch berücksichtigen.

Die Alpha1-Kurve erfaßt die Rotation der LWS.

Die Alpha2-Kurve erfaßt die Rotation der BWS.

Die Beta1- Kurve erfaßt die Sagittalflexion der LWS.

Die Beta2- Kurve erfaßt die Sagittalflexion der BWS

Die Gamma1- Kurve erfaßt die Lateralflexion der LWS.

Die Gamma2- Kurve erfaßt die Lateralflexion der BWS.

Zur Analyse des gemessenen Datensatzes wurden ein statistisches Klassifikationsverfahren und selbstorganisierte Karten verwendet.

2. Fragestellung und Ziele der Analyse

- Gibt es charakteristische Unterschiede zwischen den Schwungskurven von Spielern unterschiedlicher Leistungsklassen? Welche Eigenschaften der Kurven sind wichtig zur Unterscheidung der Klassen?
- Kann man mit den erhobenen Daten einen optimalen Schwung bestimmen?
- Gibt es einen Zusammenhang zwischen bestimmten Eigenschaften der Schwungskurven und Rückenbeschwerden der Probanden

3. Methoden zur Analyse

Der Informationsgehalt der erhobenen Daten soll mit statistischen und neuronalen Klassifikationsverfahren untersucht werden. Die Rolle der Eigenschaften, die sich als wichtig für die Unterscheidung der Klassen erweisen, soll mit selbstorganisierenden Karten visualisiert werden.

Die erhobenen Daten wurden auf den Schlagbeginn (vom maximalen Punkt der Rotation der BWL nach rechts 50 Zeitschritte zurück) normiert, daß wir eine automatische Verarbeitung mit Klassifikationsmerkmalen anwenden konnten.

Um wirklich nachvollziehbare Ergebnisse erzielen zu können, ist es wichtig, dem automatischen Analyseverfahren Daten zu liefern, die sich aus einzelnen Eigenschaften der Kurven zusammensetzen, die auch für den Menschen interpretierbar sind, wie z. B. Schwungdauer, Rotationsgeschwindigkeit oder Beschleunigung.

Für jede Kurve (Rotation, Sagittalflexion, Lateralflexion für BWS und LWS = 6 Kurven pro Schlag) haben wir – je nach Kurventyp – 11 bis 24 Eigenschaften extrahiert. Insgesamt haben wir 124 Eigenschaften nur für die Kurven benannt.

Gesondert behandelt wurden die Daten aus dem Fragebogen (Alter, Größe, Hcp usw.) sowie gemessene Werte der medizinischen Untersuchung.

Gesucht wurde dann eine Reihenfolge der Eigenschaften, die eine Wiedererkennung der Spielstärke des Probanden optimieren. Die Spielstärke eines Golfspielers ist nicht in Klassen einzuteilen, da die Übergänge fließend sind. Unser erster Versuch, die Probanden in 4 Klassen einzuordnen, war deshalb nicht befriedigend. Deshalb haben wir uns auf 3 Klassen geeinigt: Profis, Amateure, Anfänger.

(Allgemein muß man sagen, daß der Wiedererkennungswert für die drei Klassen nicht sehr hoch ist und 47% nicht überschreitet, was eigentlich einem Zufallsprinzip 1:1 nahe kommt. Durch Kombination bestimmter Eigenschaften erhöht sich dieser Wert aber, womit bewiesen ist, daß es Unterschiede zwischen den Klassen gibt).

Um einen optimalen Schwung definieren zu können, wurden die Eigenschaften ausgesucht, die am deutlichsten die Profis von den anderen unterscheiden. Hier ist der Wiedererkennungswert sehr viel höher (bis 66 %). Durch Kombination bestimmter Eigenschaften erhöht sich dieser Wert auf bis 72%.

4. Darstellungsweise

Eine selbstorganisierte Karte wurde auf die Eigenschaften eines Schwunges von jedem Probanden trainiert, um die wichtigsten in diesen Daten enthaltenen Informationen zur Unterscheidung der Klassen sichtbar zu machen. Nach dem Training enthält die Karte eine zweidimensionale Repräsentation des zweimal 3-dimensionalen Datensatzes. Auf der Karte benachbarte Felder repräsentieren dabei ähnliche Muster aus dem Datensatz.

Die Anordnung dieser Felder bleibt bestehen, während man Eigenschaften wie Hcp, Größe, Alter usw. aber auch Eigenschaften des Schwunges in Grauwerten auf der Karte darstellen kann. Die Grauwerte zeigen hohe (dunkle) oder niedrige (helle) Werte für den jeweils betrachteten Parameter an.

5. Vorläufige Ergebnisse

Der Golfschwung kann in unserem Testverfahren nicht in allen Phasen genau wiedererkannt werden, da wir nur eine zeitliche Reihenfolge der gemessenen Daten haben. Wann genau der Balltreffmoment ist, können wir nicht sagen. Wir kennen Ansprechposition (setup),

Aufschwung (take away / backswing), Durchschwung (swing / downswing) , Schwungende (vgl. ADLINGTON, G.S.1996).

Es gibt deutliche Merkmale, die einen guten Golfschwung auszeichnen (vgl. Abb.: Meßwertkurven eines Probanden.):

- Allgemein: Die Bewegungen in der BWS sind deutlich größer als in der LWS, von der Struktur her aber für die jeweilige Bewegungsrichtung ähnlich.
- Die Alpha – Kurve (Rotation) geht mit der Ausholbewegung zunächst in den negativen Bereich, bis zu einem Minimum, dem Ende des Aufschwunges. Mit dem Durchschwung geht die Kurve vom negativen in den positiven Bereich, bis sie ein Maximum, das Schwungende, erreicht.
- Die Beta – Kurve (Sagittalflexion) wird durch ein Maximum bestimmt (max. Sagittalflexion am Ende des Aufschwunges), vor dem sich ein Minimum befindet, das die leichte Sagittalextension in der Ausholbewegung beschreibt. Nach dem Maximum verläuft die Kurve stärker in den negativen Bereich, bis zu einem Minimum, der maximalen Sagittalextension am Schwungende. Das zweite Minimum ist deutlich größer als das erste Minimum.
- Die Gamma – Kurve (Lateralflexion) ist gekennzeichnet durch ein Maximum (maximale Lateralflexion nach rechts am Ende des Aufschwunges) und durch ein Minimum (maximale Lateralflexion nach links am Schwungende). Nach dem Minimum ist wieder ein Maximum zu erkennen, das die Größe der Lateralflexion nach rechts im Schwungende, ein Gewichtsausgleichen am Schwungende, erkennen läßt.

Probanden, die die o.g. Kriterien in ihren Schwungskurven nicht erfüllten, wurden aus dem Analyseverfahren ausgegrenzt. Unter anderem ist ein sehr guter Golfspieler (Hcp –2) unter diesen Probanden, die die o.g. Voraussetzungen nicht erfüllt haben. Man muß davon ausgehen, daß dieser Spieler die atypische Bewegung in seiner Wirbelsäule durch extreme Bewegungen der Arme und Beine kompensiert. Ob diese Schwungart für die Wirbelsäule und für andere Gelenke des Körpers auch in Zukunft vorteilhaft ist, muß hier sehr in Frage gestellt werden.

(Med. Auswertung von Andy Kauler: Asym FB li / re 3-6: ++; Springing : + ; Spine: + ; Schober: 10 cm).

Die selbstorganisierte Karte, die sich aus den 124 Parametern ergibt, zeigt deutliche Abgrenzungen der Profis von den anderen und eine deutliche Abgrenzung der Anfänger (vgl. Abb.: Grauwerte stellen Hcp dar: hell: geringes Hcp, Profis).

Anhand des typischen Kurvenverlaufes ist zunächst ein guter Schwung zu erkennen. Um das Schwungsverhalten für die Profis besser definieren zu können, sind zusätzlichen die besten Parameter zur Wiedererkennung von Profis mit den selbstorganisierten Karten notwendig.

Die besten Einzelparameter zur Wiedererkennung der Profis und damit auch zur Bestimmung des optimalen Schwunges sind folgende (die hier verwendete Reihenfolge entspricht der Rangfolge des Wiedererkennungswertes) (vgl. Abbildung: Karten zur Wiedererkennung von Profis):

1. Zeitpunkt der maximalen negativen Beschleunigung der Sagittalflexion im Aufschwung.
Profis: mittlerer Wert; Anfänger: spät oder früh, andere auch mittel. Nr. 69
2. Zeitpunkt der maximalen Beschleunigung der Sagittalextension im Durchschwung.
Profis: früh, alle anderen später. Nr. 46.

3. Zeitpunkt der max. Geschwindigkeit der Lateralflexion nach rechts am Schwungende.
Profis: früh, alle anderen später. Nr. 90
 4. Zeitpunkt der max. Geschwindigkeit der Sagittalextension im Durchschwung.
Profis: früh, alle anderen später. Nr. 40.
 5. Zeitpunkt der max. neg. Beschleunigung der Lateralflexion nach links im Durchschwung.
Profis: früh, die meisten anderen mittelmäßig, einige Anfänger spät. Nr. 92.
 6. Größe des Winkels der Lateralflexion in der Ansprechposition.
Profis: mittelgroß, bei anderen alles vertreten. Nr. 24.
 7. Zeitpunkt der max. Beschleunigung der Rotation im Durchschwung.
Profis: mittlerer Wert, alle anderen ungefähr auch. Nr. 21.
-
8. Größe des Winkels der Lateralflexion am Schwungende.
Profis: gering bis klein; bei Probanden, die schnell schwingen: sehr klein; Anfänger: groß; andere: gemischt Nr. 79.
 9. Zeitpunkt der max. Sagittalflexion.
Profis: sehr früh, die meisten anderen sind später. Nr. 26.
 10. Zeitpunkt der max. Geschwindigkeit der Lateralflexion am Ende des Durchschwunges.
Profis: spät, andere auch spät oder früher, Anfänger: ganz früh. Nr. 89.

Entscheidend für die Wiedererkennung von Profis scheinen die Bewegungen in der Frontal- und der Sagittalebene zu sein. Erst an siebter Stelle tritt ein Wert zur Bestimmung der Rotation auf.

Weitere deutliche Merkmale, die typisch für die Profis sind:

1. Rotation

- Ansprechposition in der LWS ist unterschiedlich, eher nach links als nach rechts. Nr. 0. Für die BWS gilt hier, daß die Profis am weitesten nach rechts rotieren. Nr. 12.
- Die Größe des maximalen Rotationswinkels der LWS nach rechts am Ende des Aufschwungs ist bei den Profis mittelgroß, für Anfänger ist ein kleiner Winkel typisch. Nr. 1. Bei der BWS ist der Rotationswinkel nach rechts größer, bei allen Probanden etwa gleich groß Nr. 13.
- Die Größe des maximalen Rotationswinkels der LWS nach links im Schwungende ist bei den Profis mittelgroß, bei den Anfängern ist der Winkel klein Nr. 2. Bei der BWS ist hier ein mittlerer Wert für die Profis wie auch für die meisten anderen Probanden typisch. Nr. 14.
- Der Gesamtwinkel der Rotation der LWS im Durchschwung ist bei den Anfängern klein oder groß, bei einigen Amateuren groß, bei den Profis mittelgroß. Nr. 3. Für die BWS gilt, daß ein mittlerer bis etwas höherer Wert für die Profis typisch ist. Bei allen anderen scheint es ähnlich, wobei einige Anfänger, bei denen extrem große bzw. extrem kleine Werte für die LWS typisch sind, diese Werte für die BWS genau im anderen Extrem sind. Nr. 15.
- Die Dauer des Durchschwunges bei den Profis ist in der LWS gering Nr. 4. in der BWS auch gering oder etwas länger, wobei die Rotation der BWS bei allen Probanden etwas länger andauert als die der LWS Nr. 16.
- Der Zeitpunkt der maximalen Drehgeschwindigkeit im Durchschwung ist nur bei den Profis früh, ansonsten mittelmäßig. Nr. 7.
- Die durchschnittliche Drehgeschwindigkeit der LWS ist bei den Profis nicht so hoch wie bei einigen Amateuren. Anfänger drehen langsamer. Nr. 5, 6, 8, 10. Die Amateure und Profis, deren Drehgeschwindigkeit in der LWS sehr hoch ist, weisen eine geringe

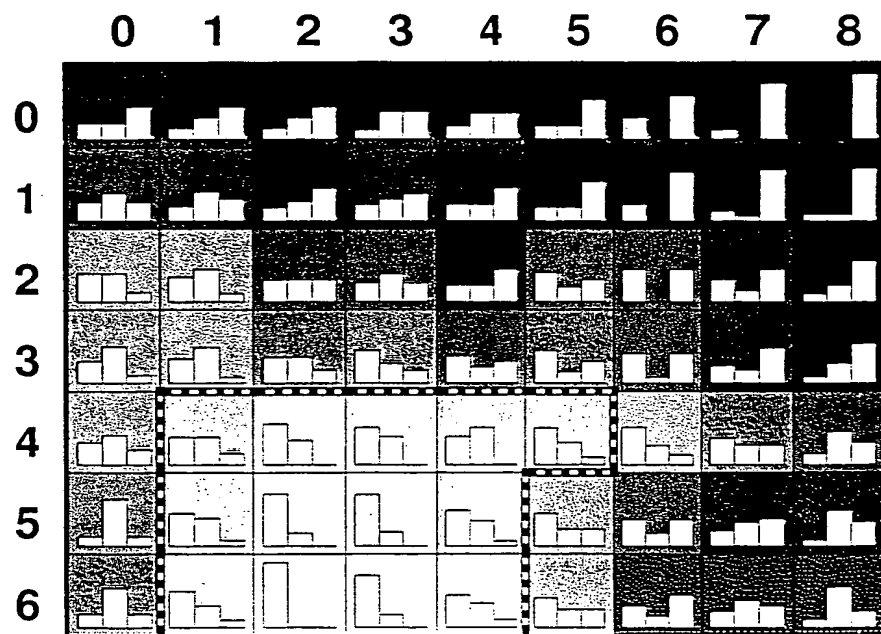
durchschnittliche Drehgeschwindigkeit in der BWS auf. Die Probanden, die in der LWS eher langsam drehen, drehen in der BWS schneller. Nr. 17, 18, 20, 22.

2. Sagittalflexion

- In der Ansprechposition ist die Größe der Sagittalflexion in der BWS beinahe immer Gegengleich zu der Sagittalflexion in der LWS. Bei den Profis findet eine stärkere Flexion in der LWS als in der BWS statt, wo nur geringe Neigungswinkel zu erkennen sind. Für einige Anfänger ist eine starke Sagittalflexion in der BWS typisch. Bei diesen Probanden ist nur eine geringe Flexion der LWS zu erkennen. Nr. 49, 24.
- Bei den Profis ist der Zeitpunkt der max. Sagittalflexion der LWS am Ende des Aufschwungs im Vergleich zu den anderen Probanden sehr früh, die BWS erreicht dieses Maximum mittelschnell. Nr. 26, 51.
- Der Extensionswinkel der LWS ist bei den Profis im Aufschwung im Vergleich zu den anderen groß, für die BWS ist er bei den Profis eher klein. Nr. 27, 52.
- Der Sagittalextensionswinkel am Schwungende ist bei den Profis in der BWS und LWS am größten. Nr. 29, 54. Der Zeitpunkt dieses maximalen Extensionswinkels ist bei den Profis am frühesten. Nr. 30, 55.
- Die Extensionsbewegung im Durchschwung erfolgt bei den Profis in der BWS und in der LWS sehr schnell und sehr früh im Vergleich zu den anderen, Nr. 36, 39, 40, 44, 45, 46, 47, 48, 60, 61, 62, 64, 65, 66, 67, 68, 70.

3. Lateralflexion

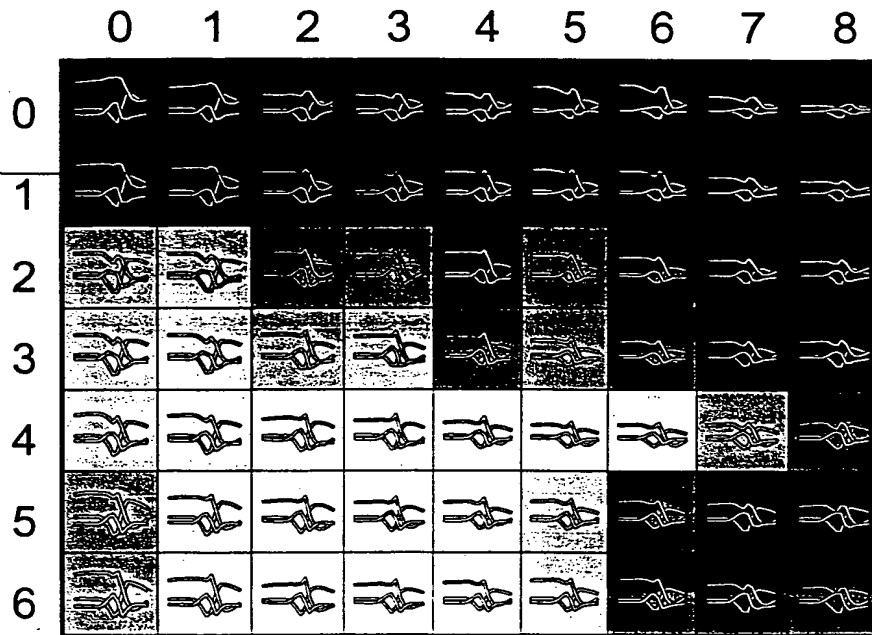
- Lateralflexion in der Ansprechposition der BWS ist bei allen Probanden im mittleren Bereich Nr. 99, während sie für die LWS bei den meisten weiter nach rechts ist. Für die Profis ist jeweils ein mittlerer Wert angezeigt, die LWS etwas mehr nach rechts. Nr. 74.
- Die Größe des Lateralflexionswinkels nach links im Schwungende ist bei den Profis im Vergleich zu den anderen mittelgroß. Nr. 75, 100.
- Der Zeitpunkt der maximalen Lateralflexion nach links im Schwungende ist bei den Profis in der LWS am frühesten, für die BWS ist der Zeitpunkt eher mittelschnell. Nr. 76, 101.
- Die maximale Lateralflexion nach rechts im Aufschwung ist bei den Profis in der LWS größer als bei den meisten anderen Nr. 77, für die BWS eher durchschnittlich mittelgroß Nr. 102.
- Die seitliche Verlagerung nach rechts im Schwungende ist bei den Profis mittelstark Nr. 79, 104. Für die Anfänger ist dies ein gutes Erkennungsmerkmal, da sie sich stark mit der LWS nach rechts beugen Nr. 82.
- Profis verlagern ihr Gewicht im Durchschwung von rechts nach links am schnellsten in der BWS Nr. 88, 90, 92, 96.



Prof.
Anatol
Anfänger

Grauwert: Handicap

Kurven: alpha-1, beta-1, gamma-1

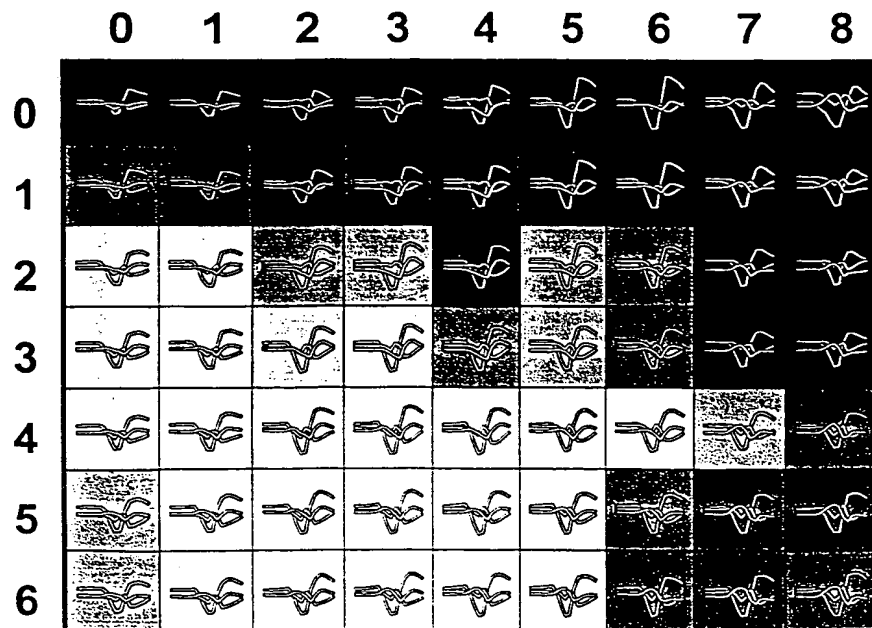


*Schwung
Sinn
des Schwungs
konstant*

K-17-12

Grauwert: Handicap

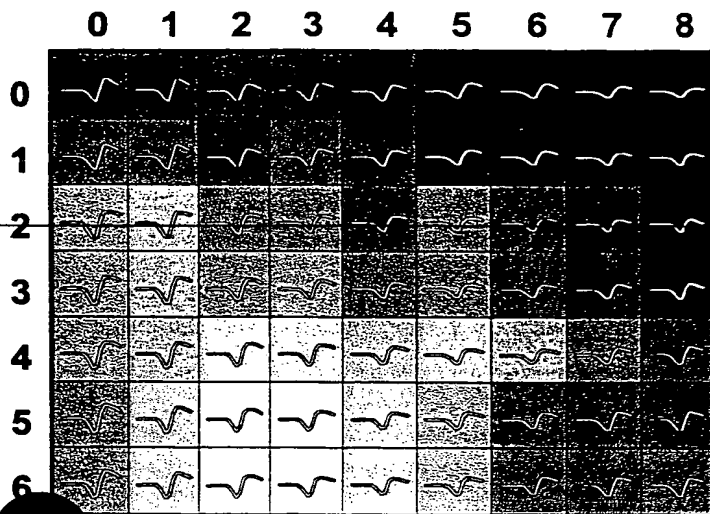
Kurven: alpha-2, beta-2, gamma-2



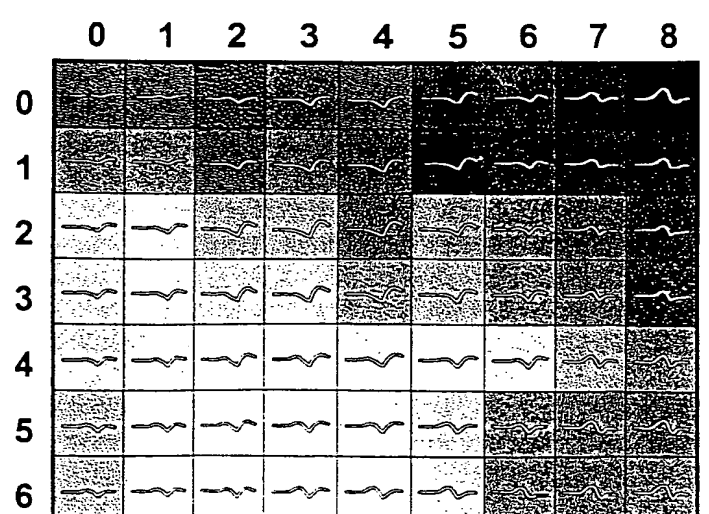
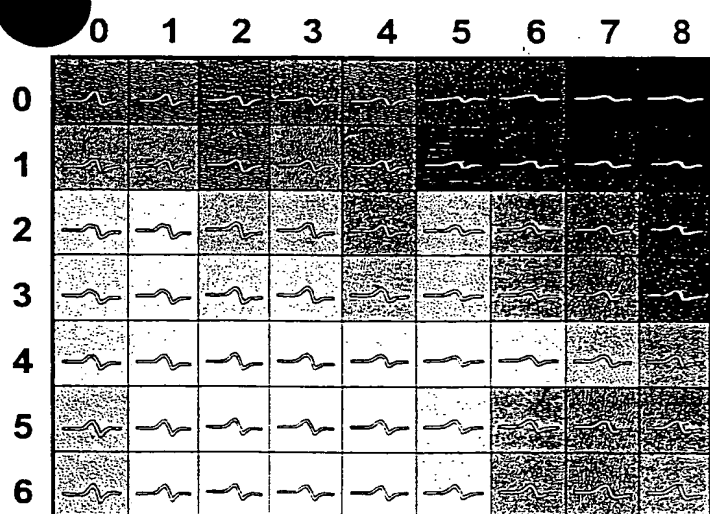
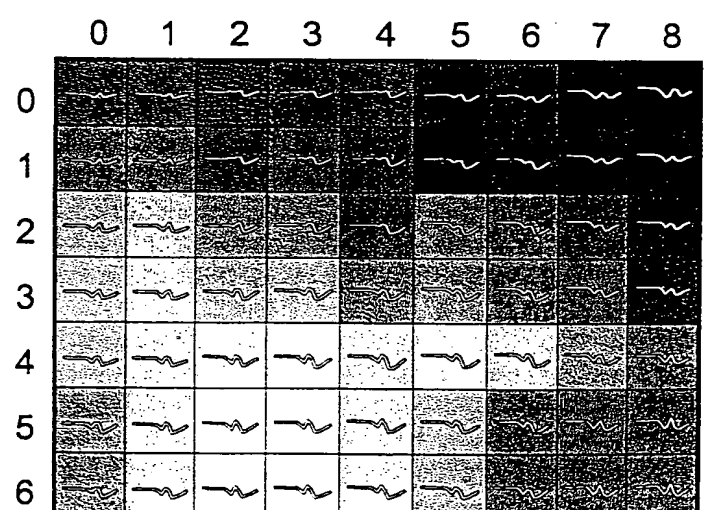
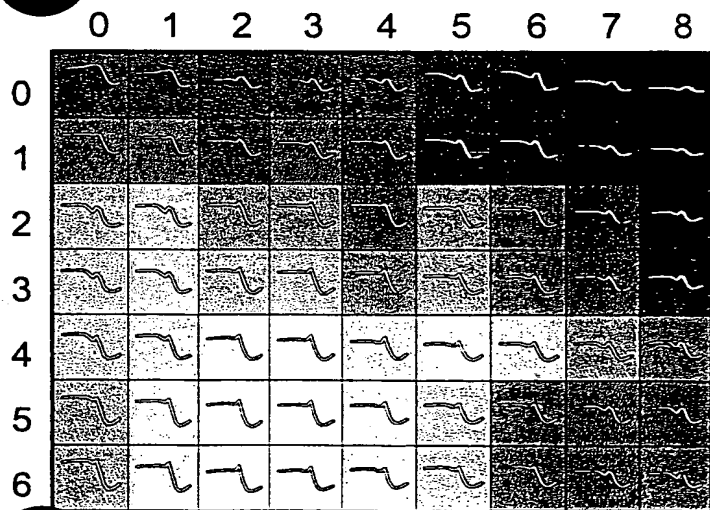
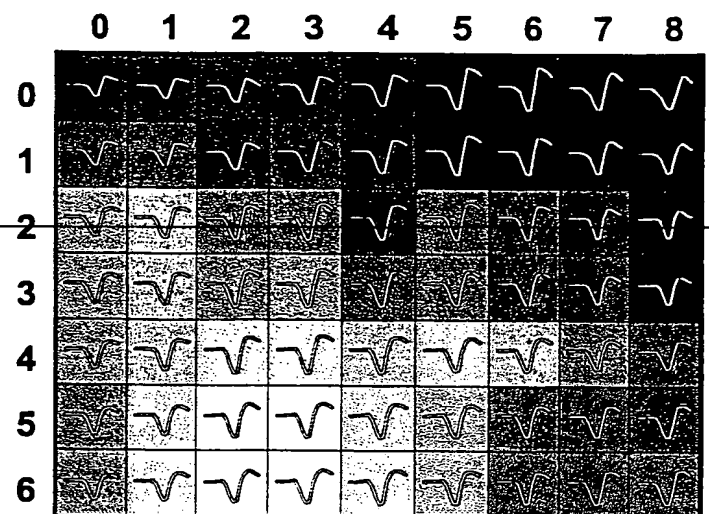
- 8 -

T-17-12

Grauwert: Handicap
Kurven: alpha-1, beta-1, gamma-1



Grauwert: Handicap
Kurven: alpha-2, beta-2, gamma-2



A1-AccPosMaxTi: Zeitpunkt der maximalen Beschleunigung.
 A1-AccNegMax: Maximale negative Beschleunigung (Abbremsung).
 A1-AccNegMaxTi: Zeitpunkt der maximalen negativen Beschleunigung.

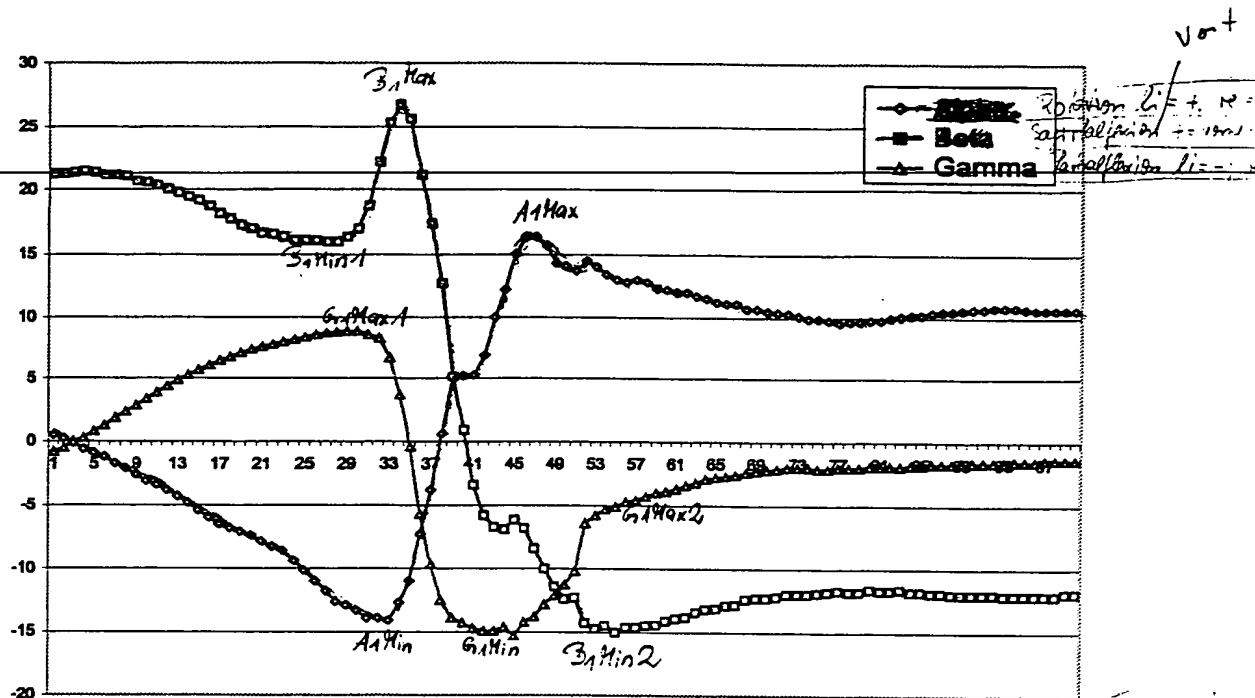
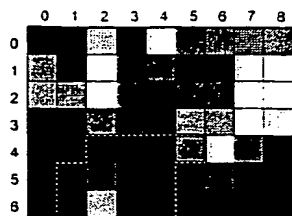


Abbildung 1: Meßwertkurven eines Probanden zu α_1 , β_1 und γ_1 .

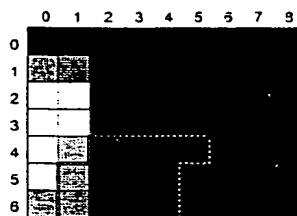
Die β_1 -Kurve erfaßt die Sagittalflexion der Wirbelsäule am (unteren?) Sensor. Auffallende Punkte sind ein Maximum sowie ein lokales Minimum vor dem Maximum und eines danach. Folgende Eigenschaften werden aus den β_1 -Kurven extrahiert:

B1-Max:	Maximum.
B1-MaxTi:	Zeitpunkt des Maximums.
B1-Min1:	Erstes Minimum (vor dem Maximum).
B1-Min1Ti:	Zeitpunkt des ersten Minimums.
B1-Min2:	Zweites Minimum (nach dem Maximum).
B1-Min2Ti:	Zeitpunkt des zweiten Minimums.
B1-SwAngl1:	Unterschied zwischen Maximum und Minimum-1.
B1-SwAngl2:	Unterschied zwischen Maximum und Minimum-2.
B1-DMin1Min2:	Unterschied zwischen Minimum-1 und Minimum-2.
B1-TMin1Min2:	Zeit zwischen Minimum-1 und Minimum-2.
B1-SwSpAv1:	Durchschnittliche Geschwindigkeit zw. Minimum-1 und Maximum.
B1-SwSpAv2:	Durchschnittliche Geschwindigkeit zw. Maximum und Minimum-2.
B1-SwSpMax1:	Maximale Geschwindigkeit zw. Minimum-1 und Maximum.
B1-SwSpMax1Ti:	Zeitpunkt der max. Geschwindigkeit zw. Minimum-1 und Maximum.
B1-SwSpMax2:	Maximale Geschwindigkeit zw. Maximum und Minimum-2.
B1-SwSpMax2Ti:	Zeitpunkt der max. Geschwindigkeit zw. Maximum und Minimum-2.
B1-AccPosMax1:	Maximale Beschleunigung zw. Minimum-1 und Maximum.



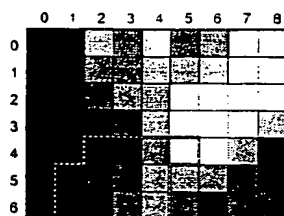
(0) A1-Pos0

*Matrix ist spärlich
nur die Diagonale ist
schwarz*



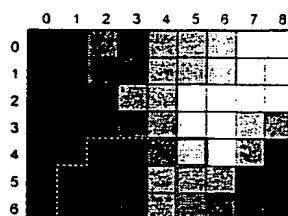
(1) A1-Min

*Matrix ist spärlich
nur die Diagonale ist
schwarz*



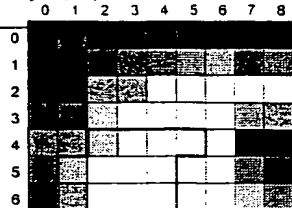
(2) A1-Max

*Matrix ist spärlich
nur die Diagonale ist
schwarz*



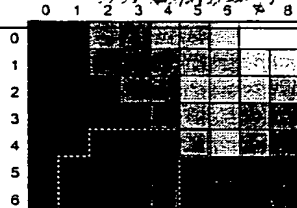
(3) A1-SwAngl

*Matrix ist spärlich
nur die Diagonale ist
schwarz*



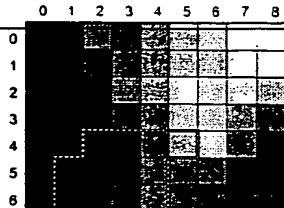
(4) A1-SwTi

*Matrix ist spärlich
nur die Diagonale ist
schwarz*



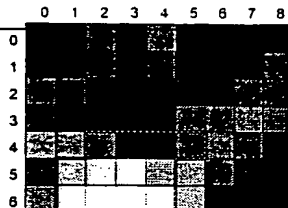
(5) A1-SwSpAv

*Matrix ist spärlich
nur die Diagonale ist
schwarz*



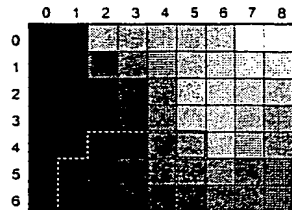
(6) A1-SwSpMax

*Matrix ist spärlich
nur die Diagonale ist
schwarz*



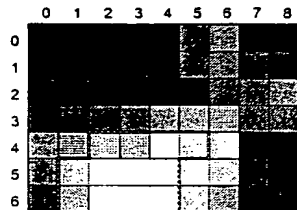
(7) A1-SwSpMaxTi

*Matrix ist spärlich
nur die Diagonale ist
schwarz*



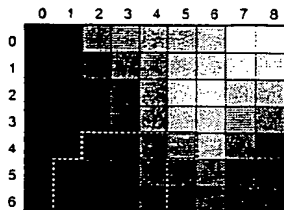
(8) A1-AccPosMax

*Matrix ist spärlich
nur die Diagonale ist
schwarz*



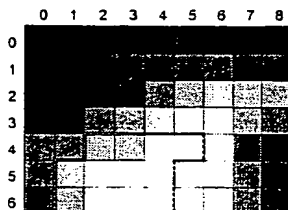
(9) A1-AccPosMaxTi

*Matrix ist spärlich
nur die Diagonale ist
schwarz*



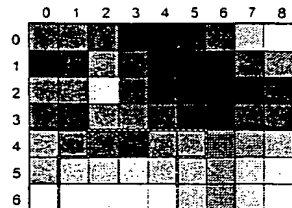
(10) A1-AccNegMax

*Matrix ist spärlich
nur die Diagonale ist
schwarz*

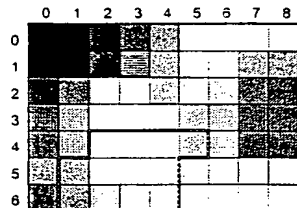


(11) A1-AccNegMaxTi

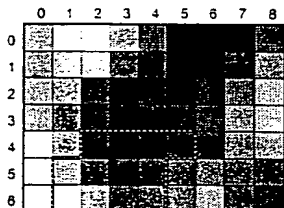
*Matrix ist spärlich
nur die Diagonale ist
schwarz*



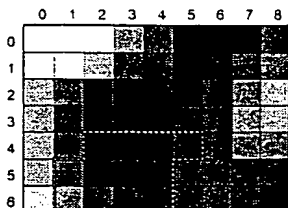
(12) A2-Pos0



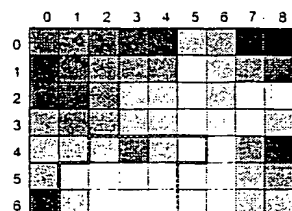
(13) A2-Min



(14) A2-Max

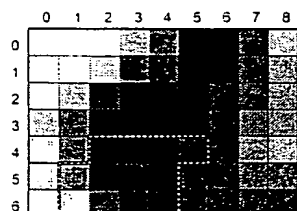


(15) A2-SwAngl



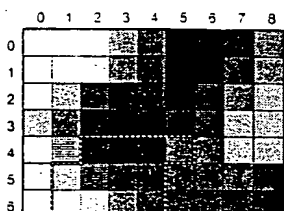
(16) A2-SwTi

*Matrix ist spärlich
nur die Diagonale ist
schwarz*



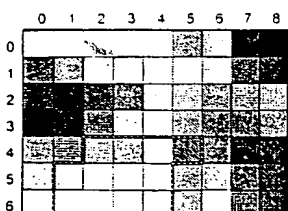
(17) A2-SwSpAv

*Matrix ist spärlich
nur die Diagonale ist
schwarz*



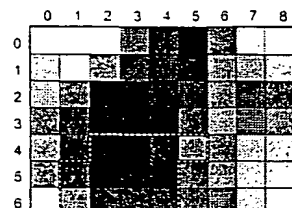
(18) A2-SwSpMax

*Matrix ist spärlich
nur die Diagonale ist
schwarz*

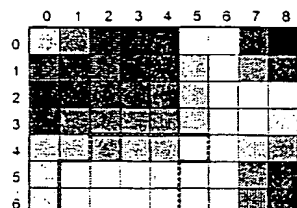


(19) A2-SwSpMaxTi

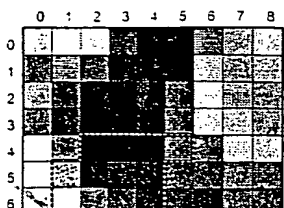
*Matrix ist spärlich
nur die Diagonale ist
schwarz*



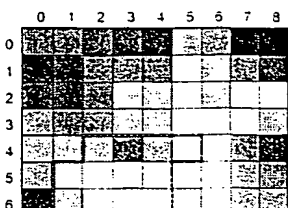
(20) A2-AccPosMax



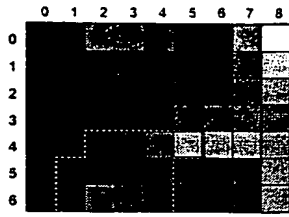
(21) A2-AccPosMaxTi



(22) A2-AccNegMax

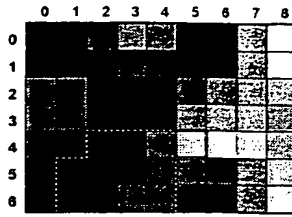


(23) A2-AccNegMaxTi



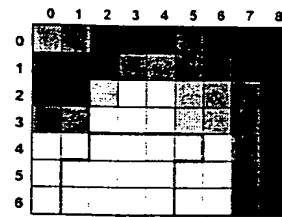
(24) B1-Pos0

*Beispiel des
max. Sozialkoeffizienten
am Ende der Aufschwunges*



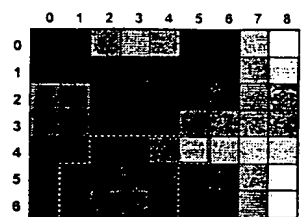
(25) B1-Max

*Beispiel des max. Sozialkoeffizienten
am Ende der Aufschwunges*



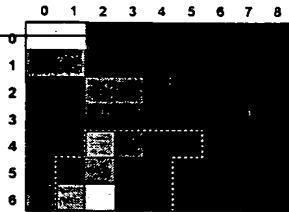
(26) B1-MaxTi

*Beispiel des max. Sozialkoeffizienten
am Ende der Aufschwunges*



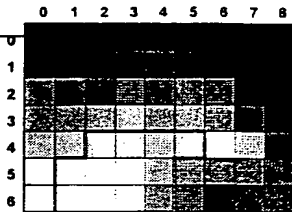
(27) B1-Min1

*Beispiel des min. Sozialkoeffizienten
am Ende der Aufschwunges*



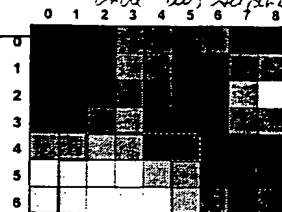
(28) B1-Min1Ti

*Beispiel des
max. Sozialkoeffizienten
am Ende der Aufschwunges*



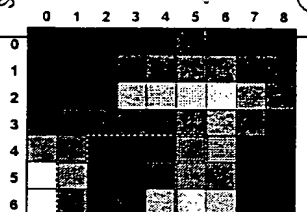
(29) B1-Min2

*Beispiel des max. Sozialkoeffizienten
am Ende der Aufschwunges*



(30) B1-Min2Ti

*Beispiel des max. Sozialkoeffizienten
am Ende der Aufschwunges*

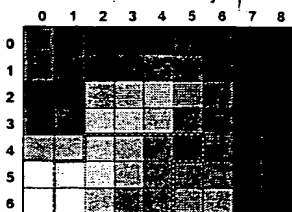


(31) B1-SwAngl1

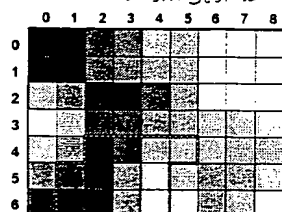


(32) B1-SwAngl2

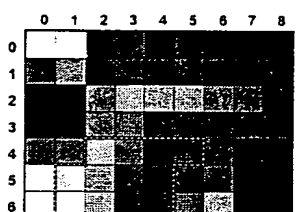
*Unterschied zwischen
Sozialkoeffizienten
am Ende der Aufschwunges*



(33) B1-DMin1Min2



(34) B1-TMin1Min2

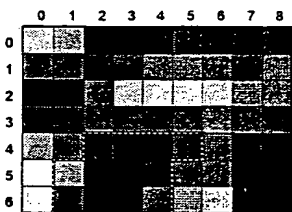


(35) B1-SwSpAv1

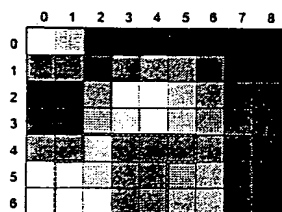


(36) B1-SwSpAv2

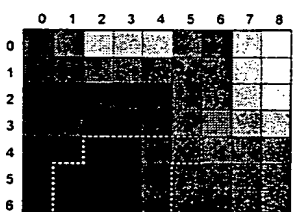
*Unterschied zwischen
Sozialkoeffizienten
am Ende der Aufschwunges*



(37) B1-SwSpMax1

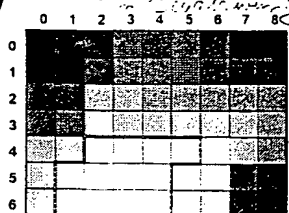


(38) B1-SwSpMax1Ti

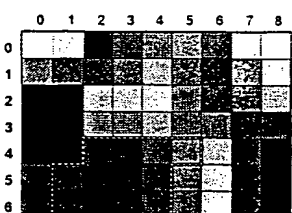


(39) B1-SwSpMax2

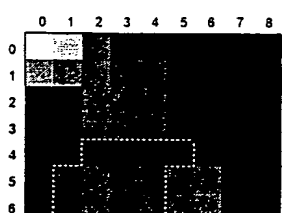
*Unterschied zwischen
Sozialkoeffizienten
am Ende der Aufschwunges*



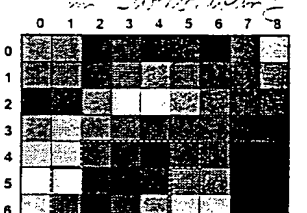
(40) B1-SwSpMax2Ti



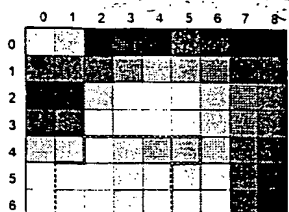
(41) B1-AccPosMax1



(42) B1-AccPosMax1Ti



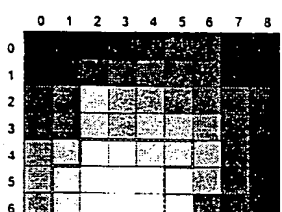
(43) B1-AccNegMax1



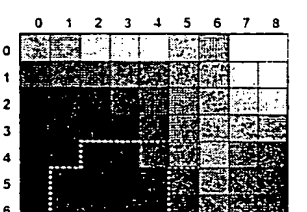
(44) B1-AccNegMax1Ti



(45) B1-AccPosMax2



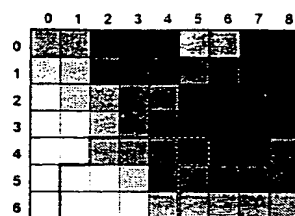
(46) B1-AccPosMax2Ti



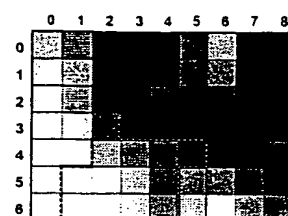
(47) B1-AccNegMax2



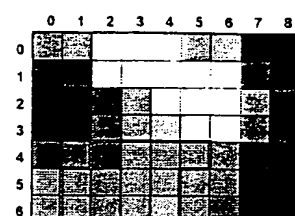
(48) B1-AccNegMax2Ti



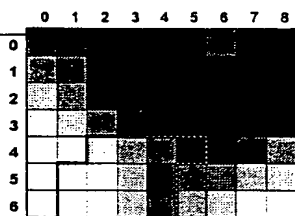
(49) B2-Pos0



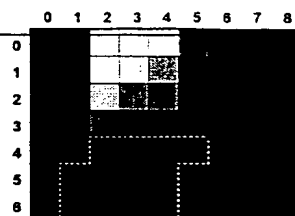
(50) B2-Max



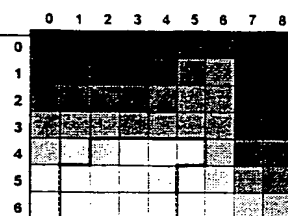
(51) B2-MaxTi



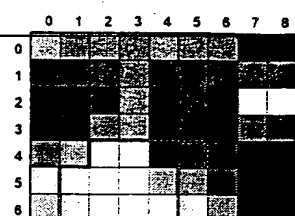
(52) B2-Min1



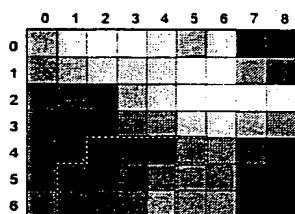
(53) B2-Min1Ti



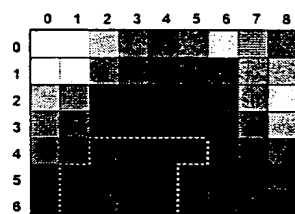
(54) B2-Min2



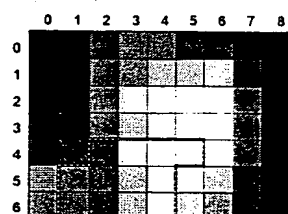
(55) B2-Min2Ti



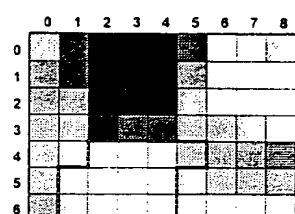
(56) B2-SwAngl1



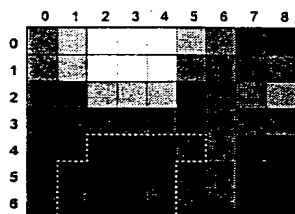
(57) B2-SwAngl2



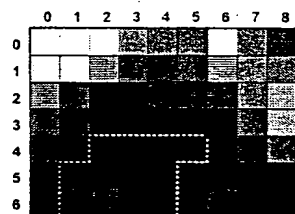
(58) B2-DMin1Min2



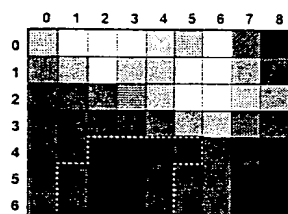
(59) B2-TMin1Min2



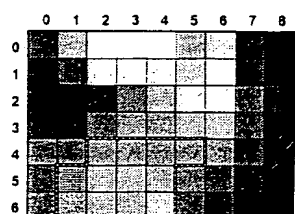
(60) B2-SwSpAv1



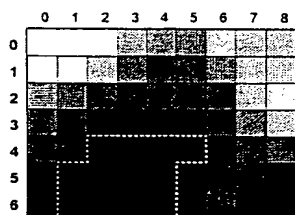
(61) B2-SwSpAv2



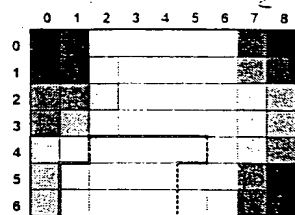
(62) B2-SwSpMax1



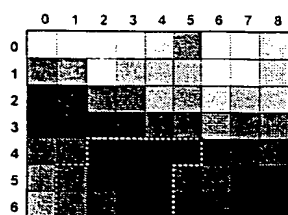
(63) B2-SwSpMax1Ti



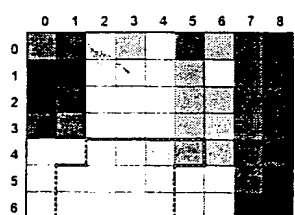
(64) B2-SwSpMax2



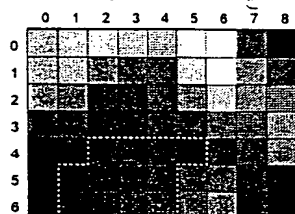
(65) B2-SwSpMax2Ti



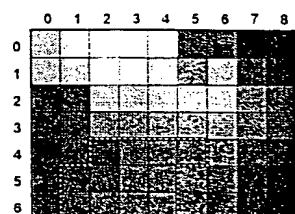
(66) B2-AccPosMax1



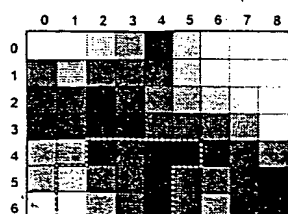
(67) B2-AccPosMax1Ti



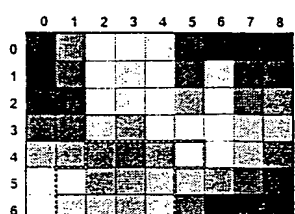
(68) B2-AccNegMax1



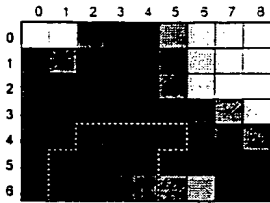
(69) B2-AccNegMax1Ti



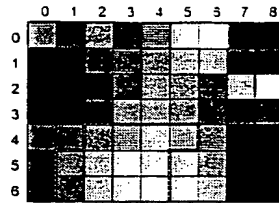
(70) B2-AccPosMax2



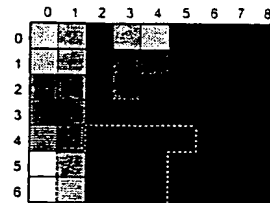
(71) B2-AccPosMax2Ti



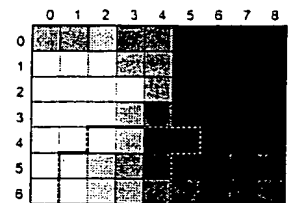
(72) B2-AccNegMax2



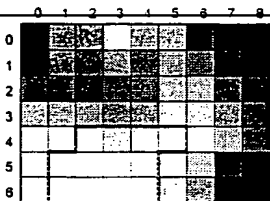
(73) B2-AccNegMax2Ti



(74) G1-Pos0



(75) G1-Min



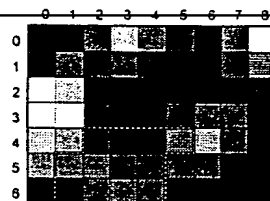
(76) G1-MinTi

*Zeigt die max
Totalposition 200. Li im
Schwimmende*

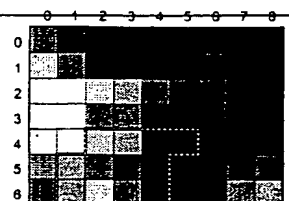


(77) G1-Max1

*200. Li im
Schwimmende*

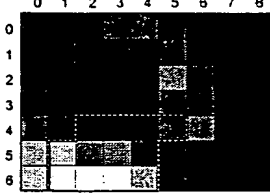


(78) G1-Max1Ti



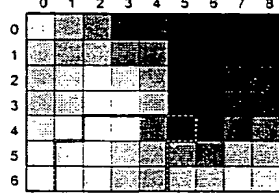
(79) G1-Max2

*200. Li im
Schwimmende*

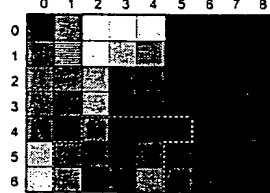


(80) G1-Max2Ti

*Zeigt die max
Totalposition 200. Li im
Schwimmende*



(81) G1-SwAngl1

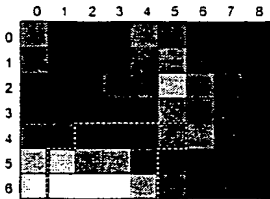


(82) G1-SwAngl2

*Zeigt die max
Totalposition 200. Li im
Schwimmende*



(83) G1-DMax1Max2

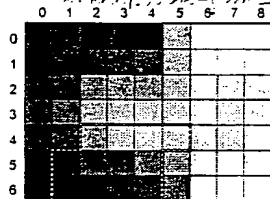


(84) G1-TMax1Max2

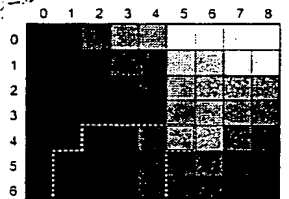
*Zeigt die max
Totalposition 200. Li im
Schwimmende*



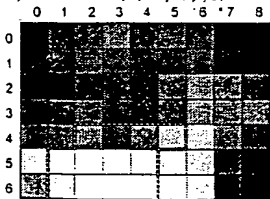
(85) G1-SwSpAv1



(86) G1-SwSpAv2

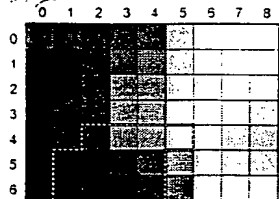


(87) G1-SwSpMax1

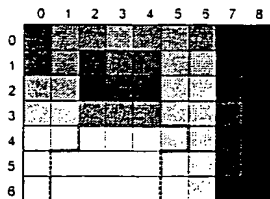


(88) G1-SwSpMax1Ti

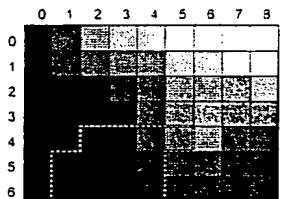
*Zeigt die max
Totalposition 200. Li im
Schwimmende*



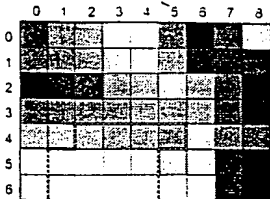
(89) G1-SwSpMax2



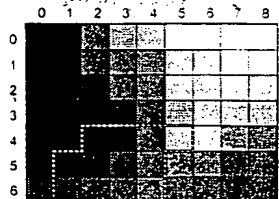
(90) G1-SwSpMax2Ti



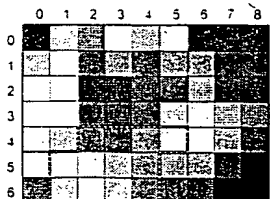
(91) G1-AccPosMax1



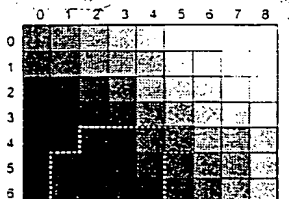
(92) G1-AccPosMax1Ti



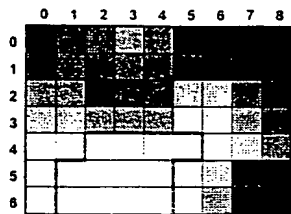
(93) G1-AccNegMax1



(94) G1-AccNegMax1Ti

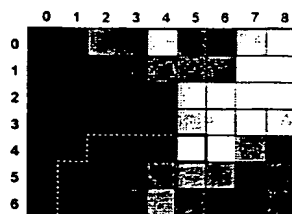


(95) G1-AccPosMax2

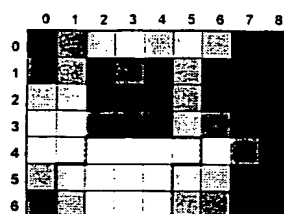


(96) G1-AccPosMax2Ti

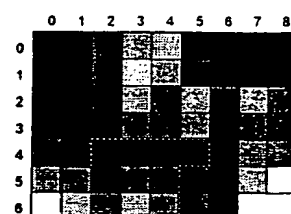
*Ergebnis der Analyse
des Systems: Ein System mit 2-Prinzipale*



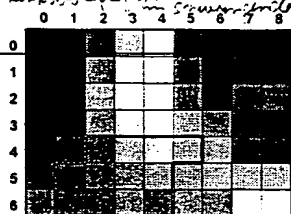
(97) G1-AccNegMax2



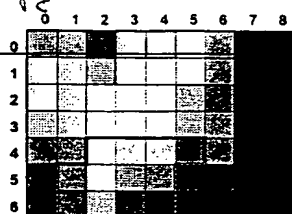
(98) G1-AccNegMax2Ti



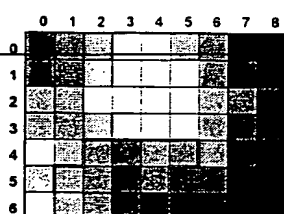
(99) G2-Pos0



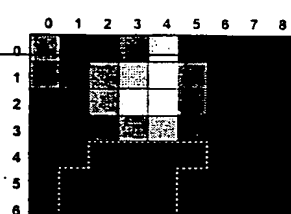
(100) G2-Min



(101) G2-MinTi



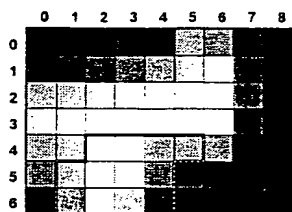
(102) G2-Max1



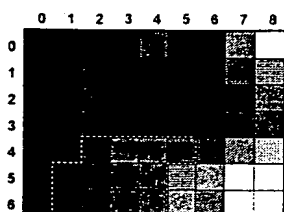
(103) G2-Max1Ti



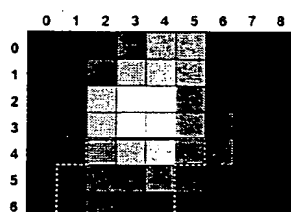
(104) G2-Max2



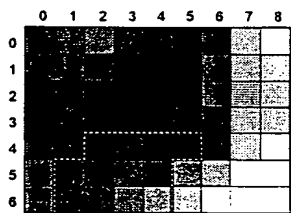
(105) G2-Max2Ti



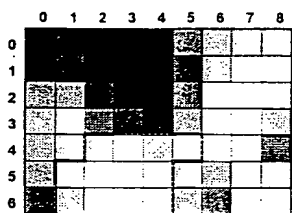
(106) G2-SwAngl1



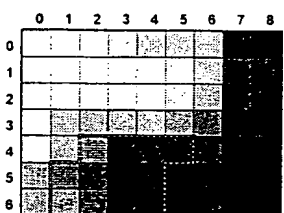
(107) G2-SwAngl2



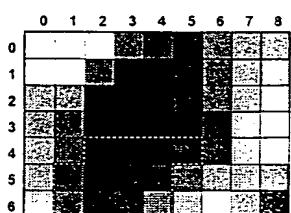
(108) G2-DMax1Max2



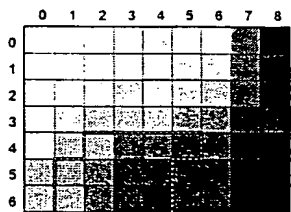
(109) G2-TMax1Max2



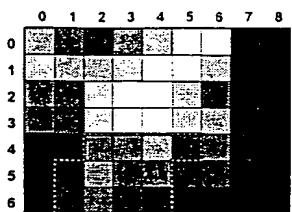
(110) G2-SwSpAv1



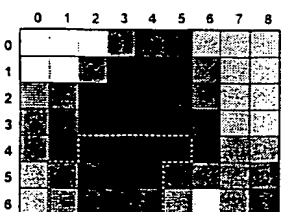
(111) G2-SwSpAv2



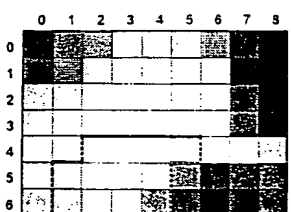
(112) G2-SwSpMax1



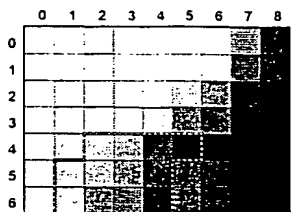
(113) G2-SwSpMax1Ti



(114) G2-SwSpMax2



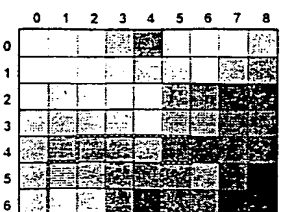
(115) G2-SwSpMax2Ti



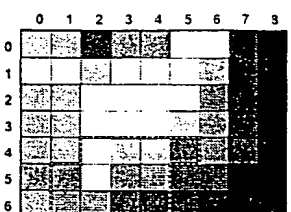
(116) G2-AccPosMax1



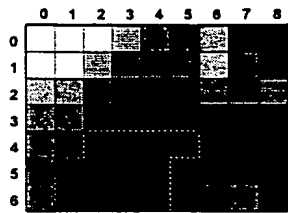
(117) G2-AccPosMax1Ti



(118) G2-AccNegMax1

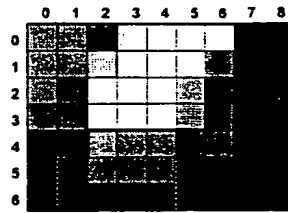


(119) G2-AccNegMax1Ti

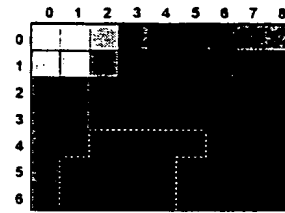


(120) G2-AccPosMax2

Korin. Beschleunigung
zwischen
Lichtverl. im Schwingende
- Einprägung in
Schwingende

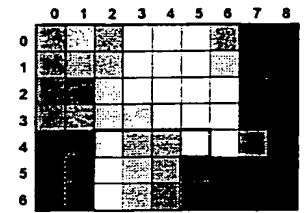


(121) G2-AccPosMax2T1

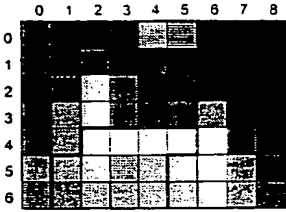


(122) G2-AccNegMax2

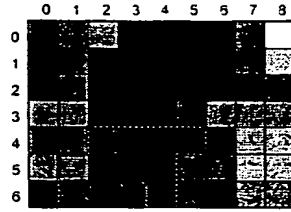
Korin. negative
Beschleunigung wird
Lichtverl. -
Einprägung in
Schwingende



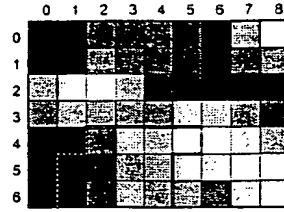
(123) G2-AccNegMax2T1



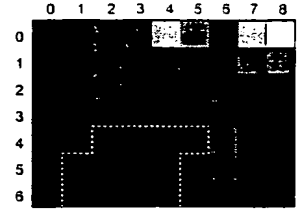
(0) Alter



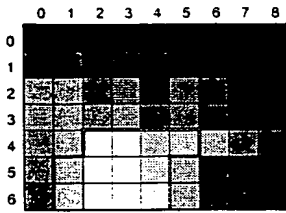
(1) Größe cm



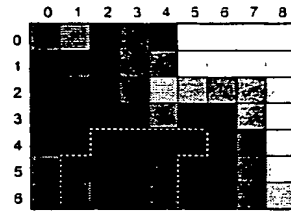
(2) Gewicht kg



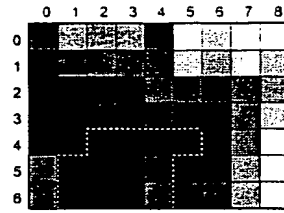
(3) Jahre Golf



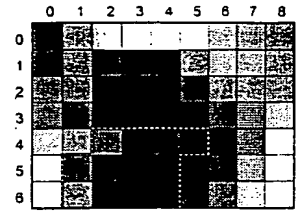
(4) Hcp



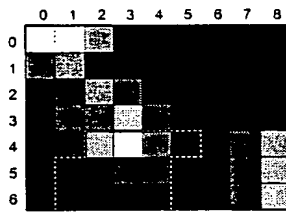
(5) Golftag/Woch



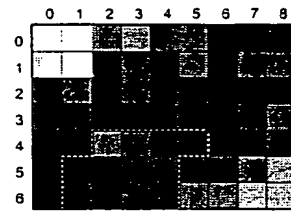
(6) DrRang/Woch



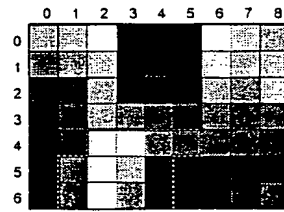
(7) Einh.DrR min
Einheitliche DrRang/Woch



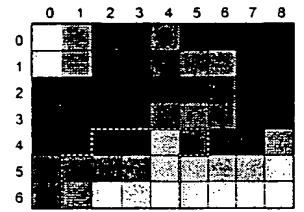
(8) Trainer lernt



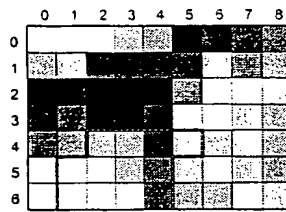
(9) reglm.Trainer



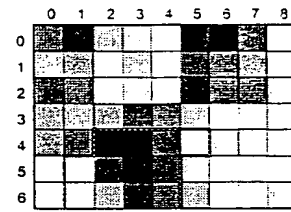
(10) And.Sport



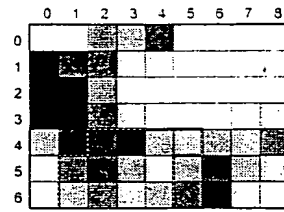
(11) backpain allg
allgemeine Rückenbeschwerden?



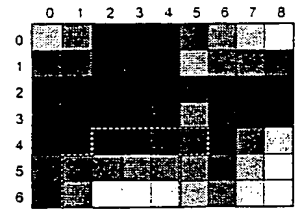
(12) backpain zzt



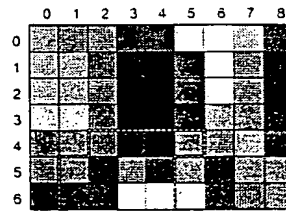
(13) krankh. Befund?



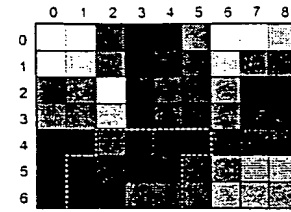
(14) SchwungPain



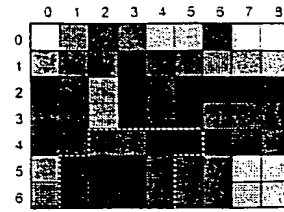
(15) GolfPain



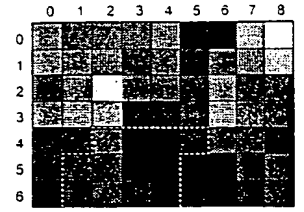
(16) Asym li0re



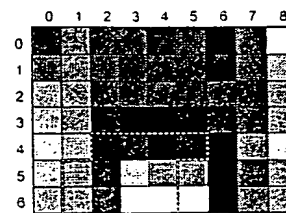
(17) Springing



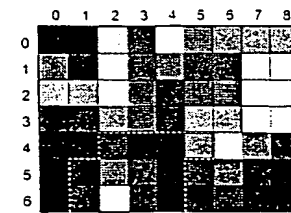
(18) Spine



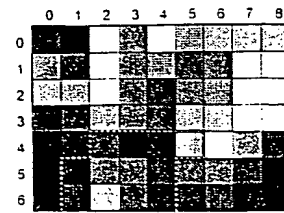
(19) Asym BWS0LWS



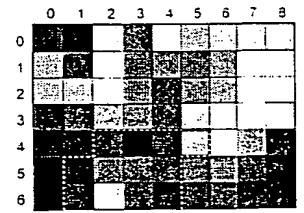
(20) Schober



(21) a1-0



(22) a1-1



(23) a1-2

Untersuchungsmethoden zur Optimierung der Schwungtechnik und -belastung der Wirbelsäule beim Golfspiel

Golfspieler klagen häufig über Rückenbeschwerden. Eine noch so perfekte Videowktion eines Golflehrers vermag nicht die kausalen Zusammenhänge zwischen fehlerhafter Schlagtechnik und Rückenbeschwerden zu klären. Die in der Arbeitsmedizin erfolgreich angewandte Methode der dreidimensionalen Bewegungsanalyse mittels Laufzeitmessung von Ultraschallimpulsen wurde bei einem Golfanfänger, Handicapspieler und Professional mit folgenden Ergebnissen durchgeführt:

1.) Sportartspezifische Einflüsse einer fehlerhaften Schlag- und Schwungtechnik auf das Achsenskelett können exakt analysiert werden.

2.) Hinweise zur Schwung- und Schlagoptimierung durch Illustration der Winkelgrade in drei Ebenen zu verschiedenen Zeitpunkten werden gewonnen.

Diese Untersuchungsmethodik sollte einem größeren Profikreis von Golfspielern zugute kommen. Denn nur durch diese exakten Analyseverfahren des Achsenskeletts lassen sich rückenfeindliche Bewegungsmuster eruieren und vermeiden und die Schwungtechnik optimieren.

Methodik

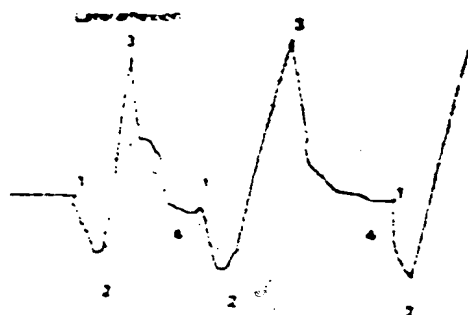
Es ist möglich, dreidimensionale Bewegungsexkursionen und Amplituden (in Winkelgraden) zu definieren. Die Dreifachmarker wurden direkt auf die Haut in Höhe Th1/2 cranial und auf der Verbindungslinie beider oberer hinterer Darmbeinfortsätze (S1-S2) caudal lokalisiert.

Dabei wurden die Winkelgrade in der

- Sagittalebene (Anteflexion)
- Horizontalebene (Rotation)
- Frontalebene (Lateralflexion)

durch einen zusätzlichen Referenzmarker (Orientierungsgeber) zu unterschiedlichen Momenten angegeben:

1. Ansprechposition
2. oberer Wendepunkt
3. Trettpunkt
4. Endposition

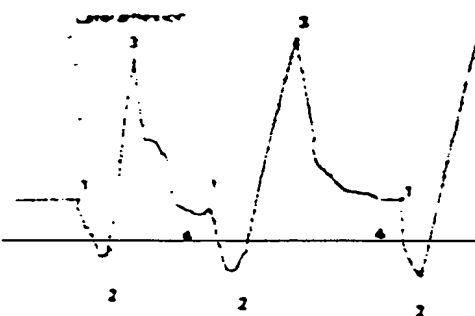


Als Probanden wurden drei männliche beschwerdefreie Golfspieler unterschiedlicher Leistungsklasse ausgewählt:

1. PE (Proband mit gerade erworbener Platzverlaubnis)
2. Handicapspieler (Proband mit Handicap 21, der seit 5 Jahren Golf spielt)

durch einen zusätzlichen Referenzmarker (Orientierungsgabel) zu den schwerkraft-
chen Momenten angegeben:

1. Ansprechposition
2. oberer Wendepunkt
3. Tretpunkt
4. Endposition



Als Probanden wurden drei männliche beschwerdefreie Golfspieler unterschiedli-
cher Leistungsklasse ausgewählt:

1. PE (Proband mit gerade erworbener Platzierlaubnis)
2. Handicap-Spieler (Proband mit Handicap 21, der seit 5 Jahren Golf spielt)
3. Professional (Handicap 0)

Die Bewegungen wurden jeweils drei Bewegungszyklen mit Eisen Nr. 7.

Proband mit PE (Platzierlaubnis)

		Achsen- Bewegung	Rotation	Lateral- Bewegung
Ansprechposition	1	18°	7° rechts	8° rechts
	2	22°	0°	3° links
	3	10°	4° rechts	4° links
Oberer Wendepunkt	1	8°	8° rechts	6° rechts
	2	6°	12° rechts	3° links
	3	3°	6° rechts	7° links
Tretpunkt	1	11°	0°	3° rechts
	2	18°	3° rechts	3° rechts
	3	12°	2° links	4° links
Endposition	1	12°	11° links	10° rechts
	2	8°	14° links	10° rechts
	3	6°	8° links	14° rechts

Winkelgrade (Lendenwirbelsäule) von 3 Bewegungs-
cyclen zu unterschiedlichen Zeitpunkten eines Golf-
schwungs (Eisen 7).

Hier sind die Winkelgrade des Achsenkreuzes der
Lendenregion von drei Golfschwüngen in der Sagit-
tal- (Anteflexion), der Horizontal- (Rotation) und
Vertikalebene (Lateralflexion) tabellarisch dokumen-
tiert. Hier hat der "Golfanfänger" gemäß Anweisung
zwar die gewünschte anteflektierte Haltung einge-
nommen, doch diese nach vorn gebeugte, den
Schwung festigende Haltung ist nicht konstant. Insbe-
sondere am oberen Wendepunkt kommt es zur Auf-
richtung, und damit wird der Cyclus instabil. Ebenso
unterschiedlich fallen die Winkelgrade der Rotation
und Lateralflexion zu allen Zeitpunkten und bei allen
Bewegungen auf.

Proband mit Handicap 21

		Achsen- Bewegung	Rotation	Lateral- Bewegung
Ansprechposition	1	4°	2° rechts	2° rechts
	2	2°	2° links	0°
	3	1°	0°	2° rechts
Oberer Wendepunkt	1	4°	2° rechts	1° links
	2	4°	8° rechts	4° links
	3	8°	3° rechts	2° links
Tretpunkt	1	4°	2° links	2° links
	2	4°	3° links	2° links
	3	4°	0°	1° links
Endposition	1	4°	2° links	2° rechts
	2	4°	2° links	0° rechts
	3	4°	3° links	10° rechts

Geringe Achsenveränderungen in allen Ebenen und zu
allen Zeiten des Golfschwungs

Der seit fünf Jahren Golf spielende Proband mit Hap.
21 dokumentiert in der Ansprechposition geringgre-
dige Bewegungen der Achse in allen Ebenen. Das
mag zwar für die Rotation und Lateralflexion von
Vorteil sein. Die unterschiedlichen Winkelgrade in
der Sagittalebene am oberen Wendepunkt sind auf je-
den Fall zu korrigieren. Ebenso bemerkenswert und
für das Timing nachteilig sind die geringen Rotatio-
nen in der Endposition nach allen drei Bewegungs-
cyclen.

Diskussion und Schlussfolgerungen

Die Fragen nach Schlag- und Schwungverbesserung können mit den hier vorliegenden Ergebnissen nur unvollkommen beantwortet werden. Diese dreidimensionalen Untersuchungen der Bewegungssamplituden sollten einer größeren Anzahl von Golfspielern zugute kommen, um technische Verbesserungen vorzuschlagen.

Indessen lassen sich bei allen drei Probanden Hinweise zur Optimierung vornehmen. Nimmt man die Winkelgraden des Professionals als Maßstab, so scheint ein ganz bestimmter unveränderter Grad (z.B. Antelexion 26°) optimal zu sein.

Das Problem "Rückenschmerzen und Golfschwung" kann mit dieser einmaligen Projektstudie nur aufgezeigt werden. Ist es die konstante hohe Last auf das vordere Bandscheibensegment zu allen Zeiten des Golfschwungs? Welche Bedeutung hat die Inkonsistenz der Winkelabweichung auf das Achsenskelett bei dieser Art von "Lastenmanipulation"?

Diese "unphysiologische" sportliche Übung verlangt geradezu nach therapeutischen Lockerungs- und Dehnungsübungen.

Wünschenswert wäre also eine Untersuchung eines größeren Probandenguts, denn der Freizeitgolfer ist mit technischen Hinweisen gut beraten. Vom Professional erfahren wir durch die dreidimensionale Bewegungsanalyse am ehesten wie gestanden, gedreht und geschwungen werden soll.

Ergebnisse

- Analyse zur Schlag- und Schwungoptimierung
- Timing zu allen Zeitpunkten des Bewegungscyclus
- Hinweise auf schädigende Bewegungsmuster des Achsenskeletts
- Möglichkeiten einer präventiven Übungstherapie

Proband mit Handicap 0

		Antelexion	Rotation	Lateral-Breuen
Lagerungsposition	1	26°	0°	0°
	2	27°	0°	0°
	3	27°	0°	1° rechts
Harrer Wendepunkt	1	26°	4° rechts	6° links
	2	26°	1° rechts	5° links
	3	26°	4° rechts	5° links
Treffpunkt	1	26°	2° rechts	0°
	2	26°	2° rechts	0°
	3	25°	2° rechts	0°
Endpunkt	1	26°	5° links	9° rechts
	2	27°	5° links	8° rechts
	3	27°	5° links	9° rechts

Absolute Konstanz und Rechtsrotation im Treffmoment.

Beim 3. Probanden mit Hap. 0, der seit Kindheitstagen Golf spielt, ist zunächst die konstante (25°-27°) antelexierte Haltung auffällig dokumentiert. Im Unterschied zum Anfänger und "normalen" Handicapspieler (2. Proband) ist bei allen drei Golfschwüngen allerdings im Treffmoment noch eine Rechtsrotation festzustellen. Ob dieses Resultat zu einer größeren "Einfachung" führt oder die konstante Achsenabweichung in der Sagittalebene die vordere Bandscheibenregion zu sehr komprimiert, kann allenfalls vermutet werden.

Einführung

Die Bewegungsanalyse des Golfschwungs läßt darauf schließen, daß die Hauptlast und Beanspruchung im unteren Drittel des Achsenskeletts zu suchen sind. Videoaufnahmen dieser anatomischen Region verdeutlichen zudem mögliche Fehler in der Ansprechposition und zu jedem Zeitpunkt des Golfschwungs. Doch eine noch so perfekte Videoaktion eines Golflehrers auf der Range ist nicht hinlänglich geeignet, die kausalen Zusammenhänge zwischen fehlerhafter Schlagtechnik und Rückenbeschwerden zu klären. Auf der Suche nach geeigneten Analyseverfahren war es naheliegend die bereits in der Arbeitsmedizin erfolgreich angewandte Methode der Laufzeitmessung von Ultraschallimpulsen mittels Dreifachmarker durchzuführen.

Diskussion und Schlußfolgerungen

Die Fragen nach Schlag- und Schwungverbesserung können mit den hier vorliegenden Ergebnissen nur unvollkommen beantwortet werden. Diese dreidimensionalen Untersuchungen der Bewegungssamplungen sollten einer größeren Anzahl von Golfspielern zugute kommen, um technische Verbesserungen vorzuschlagen.

Indessen lassen sich bei allen drei Probanden Hinweise auf Optimierung vornehmen. Nimmt man die Winkel...

Ansprüche

1. Verfahren zur Analyse der Bewegungsmuster des thermokolumbalen Abschnitt der Wirbelsäule beim Golfschwung.
-
2. Verfahren nach Anspruch 1 mit den Merkmalen, die in der beiliegenden Beschreibung und in den Zeichnungen offenbart sind.

This Page Blank (uspto)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

This Page Blank (uspto)